

## Method and circuit arrangement for controlling the flow rate of a hydraulic pump

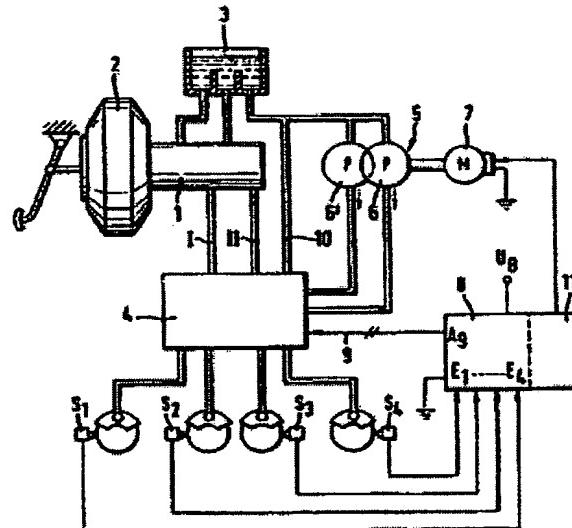
**Patent number:** DE4232130  
**Publication date:** 1994-03-31  
**Inventor:** FENNEL HELMUT [DE]; KOLBE ALEXANDER [DE]; HONUS KLAUS [DE]  
**Applicant:** TEVES GMBH ALFRED [DE]  
**Classification:**  
- **international:** F04B49/06; H02P5/00; F04B49/00; B60T8/48; B60T8/60  
- **european:** B60T8/40G4; F04B49/06  
**Application number:** DE19924232130 19920925  
**Priority number(s):** DE19924232130 19920925

**Also published as:**

WO9407717 (A1)  
EP0662057 (A1)  
US5704766 (A1)  
EP0662057 (B1)

**Abstract of DE4232130**

To regulate the flow rate of an electric motor-driven hydraulic pump (6, 6', 18) that is activated by a variable pulse/pulse-break train (UA) and that serves to supply auxiliary pressure to a brake system with ABS and BASR, the generator voltage (UGen) produced by the pump motor (7, M) during times of pulse break (Tau<sub>s</sub>) is evaluated as a measure of pump speed. In a control circuit the set value (USOLL) for pump speed is compared with the actual value (UIST) of the pump speed and the new correcting variable for activating the pump is derived from the difference.



---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

This Page Blank (uspto)

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 42 32 130 A1

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 04 B 49/06**  
H 02 P 5/00  
F 04 B 49/00  
B 60 T 8/48  
B 60 T 8/60

(21) Aktenzeichen: P 42 32 130.1  
(22) Anmeldetag: 25. 9. 92  
(43) Offenlegungstag: 31. 3. 94

DE 42 32 130 A1

(71) Anmelder:  
ITT Automotive Europe GmbH, 60488 Frankfurt, DE

(72) Erfinder:  
Fennel, Helmut, 6232 Bad Soden, DE; Kolbe,  
Alexander, 6112 Groß Zimmern, DE; Honus, Klaus,  
6000 Frankfurt, DE

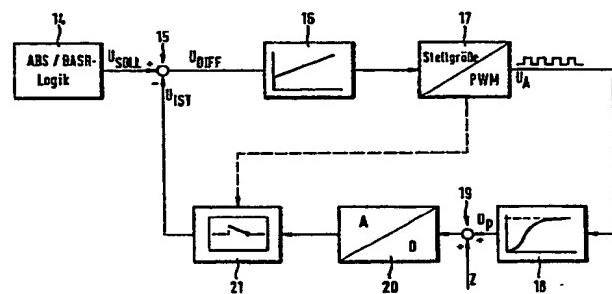
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 40 37 142 A1  
DE 40 20 449 A1  
DE 38 19 490 A1  
DE 34 37 091 A1  
DE 33 14 823 A1  
DE 30 13 402 A1  
DE 27 06 230 A1

Motor Control Seminar 1986, SGS Halbleiter Bau-  
elemente GmbH, Postfach 1180, 8018 Graing b.Mün.

(54) Verfahren und Schaltungsanordnung zur Regelung der Förderleistung einer Hydraulikpumpe

(57) Zur Regelung der Förderleistung einer elektromotorisch angetriebenen Hydraulikpumpe (6, 6', 18), die mit einer variablen Puls-/Pulspausenfolge ( $U_A$ ) angesteuert wird und die zur Hilfsdruckversorgung einer Bremsanlage mit ABS und BASR dient, wird die während der Pulspausenzeiten ( $T_{aus}$ ) von dem Pumpenmotor (7,M) erzeugte Generatorspannung ( $U_{Gen}$ ) als Maß für die Pumpendrehzahl ausgewertet. In einem Regelkreis wird der Pumpendrehzahl-Sollwert ( $U_{SOLL}$ ) mit dem Istwert ( $U_{IST}$ ) der Pumpendrehzahl verglichen und aus der Differenz die neue Stellgröße für die Pumpenansteuerung abgeleitet.



DE 42 32 130 A1

Best Available Copy

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 94 408 013/137

7/44

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Regelung der Förderleistung einer elektromotorisch angetriebenen Hydraulikpumpe, die durch eine Pulsfolge mit variablen Puls- und/oder Pausenzeiten angesteuert wird, insbesondere einer Hydraulikpumpe zur Hilfsdruckversorgung einer Bremsanlage mit Blockierschutzregelung (ABS) und Antriebsschlupfregelung durch Bremseingriff (BASR). Eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens gehört ebenfalls zur Erfindung.

Die Regelung der Förderleistung solcher Pumpen bereitet Schwierigkeiten, wenn die Parameter, die die Förderleistung bestimmen, in weiten Grenzen variieren und wenn der in der jeweiligen Situation benötigte Wert möglichst genau eingestellt werden soll. Beispielsweise tritt bei hydraulischen Bremsanlagen mit ABS und BASR das Problem auf, daß mit Rücksicht auf eine geringe Geräuschentwicklung die Pumpendrehzahl so weit wie möglich, also auf den gerade noch ausreichenden Wert, abgesenkt werden soll. Die Störgrößen, die sich auf die Pumpendrehzahl auswirken, sind jedoch bei Bremsanlagen für Kraftfahrzeuge außerordentlich groß; der Temperaturbereich ist weit, die Versorgungsspannung (Batteriespannung) ist abhängig von dem Ladenzustand und dem Alter der Batterie; der Gegendruck, gegen den die Pumpe fördert, ist von der jeweiligen Situation abhängig. Außerdem darf bei Bremsanlagen aus Sicherheitsgründen ein die Funktion gewährleistender Mindestwert in keiner Situation unterschritten werden.

Es wurde bereits vorgeschlagen, bei Bremsanlagen die Förderleistung der Pumpe durch Einschalten eines Vorwiderstandes im BASR-Fall abzusenken, weil grundsätzlich im BASR-Betrieb weniger Energie als im ABS-Modus benötigt wird; eine bedarfsabhängige getaktete Ansteuerung der Pumpe zur Verringerung der Drehzahl und damit der Geräusche im BASR-Betrieb wurde ebenfalls in Erwägung gezogen (DE 41 10 494 A1). Wegen der vorgenannten variablen Parameter und aus Sicherheitsgründen muß jedoch in jedem Fall eine hohe "Reserve" eingeplant werden, mit der Folge, daß die Pumpe grundsätzlich auf eine höhere Förderleistung als tatsächlich benötigt eingestellt werden muß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die vorgenannten Nachteile zu überwinden und einen Weg aufzuzeigen, der zu einer besseren Anpassung der Pumpendrehzahl an den momentanen Bedarf führt. Diese Anpassung sollte sich mit möglichst geringem Herstellungsaufwand realisieren lassen.

Es hat sich nun gezeigt, daß diese Aufgabe durch das im Anspruch 1 beschriebene Verfahren in einfacher, technisch fortschrittlicher Weise gelöst werden kann. Die Besonderheit dieses Verfahrens besteht darin, daß die während der Pausenzeiten von dem Pumpenmotor erzeugte Generatorenspannung als Maß für die Pumpendrehzahl ausgewertet wird, daß in einem Regelkreis der Pumpendrehzahl-Sollwert ermittelt und durch Vergleich des Sollwertes mit dem Istwert der Pumpendrehzahl die neue Stellgröße für die Pumpenansteuerung gebildet wird.

Die Ermittlung der Pumpendrehzahl bzw. der Istgröße des Regelkreises aus der Generatorenspannung während der "Ausschaltzeit" der Pumpe bzw. der Pausenzeiten des Pumpenansteuerungssignals, d. h. der Pulsfolge, mit der die Pumpe angesteuert wird, stellt einen besonders einfachen Weg der zur Ermittlung der Istgröße unter

Berücksichtigung aller Störgrößen. Der Temperatureinfluß, die Höhe der Batteriespannung, die Belastung der Pumpe, der Verschleiß, usw. — alle diese Faktoren beeinflussen die Drehzahl — werden bei der erfindungsge- 5 mäßen Art der Istwert-Ermittlung berücksichtigt. Natürlich ist es auch von Vorteil, daß kein Drehzahlsensor zur Ermittlung der Pumpendrehzahl benötigt wird.

In Anspruch 2 ist eine besonders vorteilhafte Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach 10 der Erfindung beschrieben.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung gehen aus der folgenden Darstellung weiterer Details anhand der beigefügten Abbildungen hervor.

Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung die wichtigsten Komponenten einer Bremsanlage mit ABS und BASR,

Fig. 2 im Blockschaltbild einen Regelkreis zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung und

Fig. 3 im Diagramm den zeitlichen Verlauf der Pumpenspannung in den Pulsdauer- und Pausenzeiten.

Die Bremsanlage nach Fig. 1 besteht im wesentlichen aus einem Tandem-Hauptzylinder 1 mit einem vorgesetztem Bremskraftverstärker 2, aus einem Druckausgleichs- und Vorratsbehälter 3 und aus einem Druckmodulator 4. Außerdem sind zur Hilfsdruckerzeugung ein Motorpumpenaggregat 5 mit einer Hydraulikpumpe 6 und mit einem elektrischen Antriebsmotor 7 vorhanden. Der Hauptzylinder 1 hat zwei hydraulisch getrennte Bremskreise I, II, an die die Radbremsen über (nicht gezeigte) Hydraulikventile z. B. in diagonaler Aufteilung oder in Schwarz/Weiß-Aufteilung angeschlossen sind. Zur Hilfsdruckversorgung sind ein Motorpumpenaggregat 5 mit einer zweikreisigen Hydraulikpumpe 6, 6' und mit einem gemeinsamen elektrischen Antriebsmotor 7 vorhanden. Die hydraulische Trennung der Bremskreise I, II wird also auch bei der Hilfsdruckversorgung aufrechterhalten; die Pumpe 6 ist dem Bremskreis I, die Pumpe 6' dem Bremskreis II zugeordnet.

Es handelt sich bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel um ein sogenanntes "offenes" System, bei dem das in der Druckabbauphase aus den Radbremsen abgeleitete Druckmittel über eine Rückflußleitung 10 in den Behälter 3 der Bremsanlage, an den auch die Saugseiten der Pumpen 6, 6' angeschlossen sind, zurückfließt. Bei einem "geschlossenen" System, für das die Erfindung gleichermaßen gilt, wird mit den Hydraulikpumpen das aus den Radbremsen abgeleitete Druckmittel unmittelbar in den zugehörigen Bremskreis oder in den Hauptzylinder der Bremsanlage zurückgefördert. Bremsanlagen mit offenen und geschlossenen hydraulischen Systemen sind in vielfältiger Ausbildung bekannt, weshalb es sich hier erübrigt, auf weitere Details einzugehen.

Zu der Bremsanlage nach Fig. 1 gehört ein elektronischer Regler 8, der vor allem die Aufgabe hat, die mit Hilfe von Radsensoren S<sub>1</sub> bis S<sub>4</sub> gewonnenen Informationen über das Drehverhalten der einzelnen Fahrzeugaräder auszuwerten und Bremsdrucksteuersignale zu erzeugen. Diese Bremsdrucksteuersignale werden über einen Ausgang A<sub>9</sub> dem Bremsdruckmodulator 4 zugeführt. Symbolisch dargestellt ist in Fig. 1 eine Mehrfachleitung 9, über die Radventile, nämlich Einlaß- und Auslaßventile, die Bestandteil des Modulator 4 sind, angesteuert werden. Üblicherweise werden elektromagnetisch betätigbare Mehrwegeventile verwendet, die je nach Regelphase den Bremsdruck in den Radbremsen konstanthalten, abbauen und wieder erhöhen. In BASR-Modus wird mit diesen Magnetventilen zunächst der

Druckmittelweg von den Radbremsen zu dem Hauptzylinder 1 gesperrt und dann mit Hilfe der Hydraulikpumpen 6, 6' der benötigte Bremsdruck aufgebaut und über die Magnetventile des Druckmodulators 4 zu den Antriebsräder weitergeleitet. Die Regelung des Antriebschlupfes geschieht mit Hilfe der Einlaß- und Auslaßventile, die auch zur ABS-Regelung dienen.

$U_B$  symbolisiert den Anschluß des Reglers 8 und — über diesen Regler — des Pumpenmotors 7 an die elektrische Stromversorgung, d. h. direkt oder über einen Spannungsregler an die Fahrzeughbatterie. Die Komponenten der erfundungsgemäßen Schaltungsanordnung, die zur Ansteuerung des Pumpenmotors 7 und zur Anpassung der Pumpen-Förderleistung dienen, sind in eine Pumpenansteuerung 11 zusammengefaßt.

Einen den Ablauf des erfundungsgemäßen Verfahrens wiedergebenden Folgeregelkreis zeigt Fig. 2. Dieser Regelkreis bestimmt die Arbeitsweise der Pumpenansteuerung 11, die in Fig. 1 als gestrichelt abgegrenzter Teil der Reglerschaltung 8 symbolisch dargestellt ist.

Zur Sollgrößenvorgabe der Pumpendrehzahl, d. h. des Pumpenansteuerungssignals oder einer entsprechenden Größe  $U_{SOLL}$  dient ein Schaltkreis 14. Die ABS-/BASR-Logik ermittelt diese Sollgröße  $U_{SOLL}$ . Nach Vergleich mit dem entsprechenden Istwert  $U_{IST}$  in einer Verzweigung 15 wird eine Differenzgröße  $UDIFF$  gebildet und diese Größe über ein Regler 16 einem Stellglied 17 zugeführt. Das Stellglied 17 bestimmt die Pulsfolge  $U_A$  bzw. die Pulsdauer-/Pulspausenzeiten des Pumpenansteuersignals. Der Pumpenmotor, dem das Ausgangssignal  $U_A$  des Stellgliedes 17, nämlich die Ansteuerungs-Pulsfolge zugeführt wird, ist in dem Regelkreis mit 18 symbolisiert. Die über der Pumpe 18 abfallende Spannung  $U_p$ , die auch die Informationen über die Störgrößen  $Z$  enthält — symbolisch dargestellt durch die Verzweigung 19 — wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel nach Wandlung mit einem A/D-Wandler 20 über einen Schalter 21 zur Verzweigung 15 zurückgeführt und dient als Maß für den Motordrehzahl-Istwert  $U_{IST}$ . Das symbolisch als Schalter 21 dargestellte Glied im Regelkreis hat die Aufgabe, den Informationsweg während der Einschaltzeit  $T_{ein}$  (siehe Fig. 3) des Pumpenmotors 18 ("7" in Fig. 1) zu unterbrechen, weil erfundungsgemäß nur die Generatorenspannung  $U_{GEN}$  während der Ausschaltzeit  $T_{aus}$  der Pumpe zur Bestimmung des Drehzahl-Istwertes  $U_{IST}$  ausgewertet wird.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der beschriebene Regelkreis durch Programmierung eines oder mehrerer Mikrocomputer MP (siehe Fig. 3) oder Mikrocontroller, die die gesamte ABS- und BASR-Regelung bestimmen, ausgeführt. Mit bekannten Mitteln könnte die Regelung natürlich auch durch festverdrahte Schaltkreise realisiert werden.

Fig. 3 zeigt den typischen Spannungsverlauf an den Klemmen des Pumpenmotors 7 bei Ansteuerung der Pumpe mit einer Pulsfolge. Die Meßanordnung ist ebenfalls symbolisch dargestellt. Mit LT ist ein Leistungstransistor bezeichnet, an dessen Steuerelektrode G die Ausgangsspannung  $U_A$  des Stellgliedes 17 nach Fig. 2 anliegt und der im Takt der Pulsfolge  $U_A$  den Antriebsmotor 7 der Hydraulikpumpe ein- und ausschaltet. Die über der Pumpe abfallende Spannung  $U$  wird über den Wandler 20 (siehe Fig. 2) dem Mikrocontroller MP zur weiteren Verarbeitung zugeführt.

Nach dem Diagramm gemäß Fig. 3 ist die Pumpe zum Zeitpunkt  $t_0$  ein geschaltet. An den Klemmen der Pumpe liegt folglich für die Zeitspanne  $T_{ein}$  (nahezu) die volle Batteriespannung  $U_B$ . Die Pulspause der Pulsfolge

beginnt zum Zeitpunkt  $t_1$ . Die während der Pulspausenzeiten  $T_{aus}$  der Ansteuer-Pulsfolge weiterlaufende Pumpe wirkt nun als Generator. Nach einem kurzzeitigen Spannungseinbruch zum Zeitpunkt  $t_1$  liegt an den Pumpenklemmen eine kontinuierlich abnehmende Spannung  $U_{GEN}$ . Zum Zeitpunkt  $t_2$  folgt der nächste Einschaltpuls.

Die Generatorenspannung  $U_{GEN}$  wird erfundungsgemäß als Istwert  $U_{IST}$  mit dem von der ABS-/BASR-Logik 14 (siehe Fig. 2) vorgegebenen Sollwert  $U_{SOLL}$  verglichen. Die Differenz  $UDIFF$  wird, wie bereits beschrieben, im Regelkreis zur Korrektur der Pumpenansteuerungs-Pulsfolge ausgewertet.

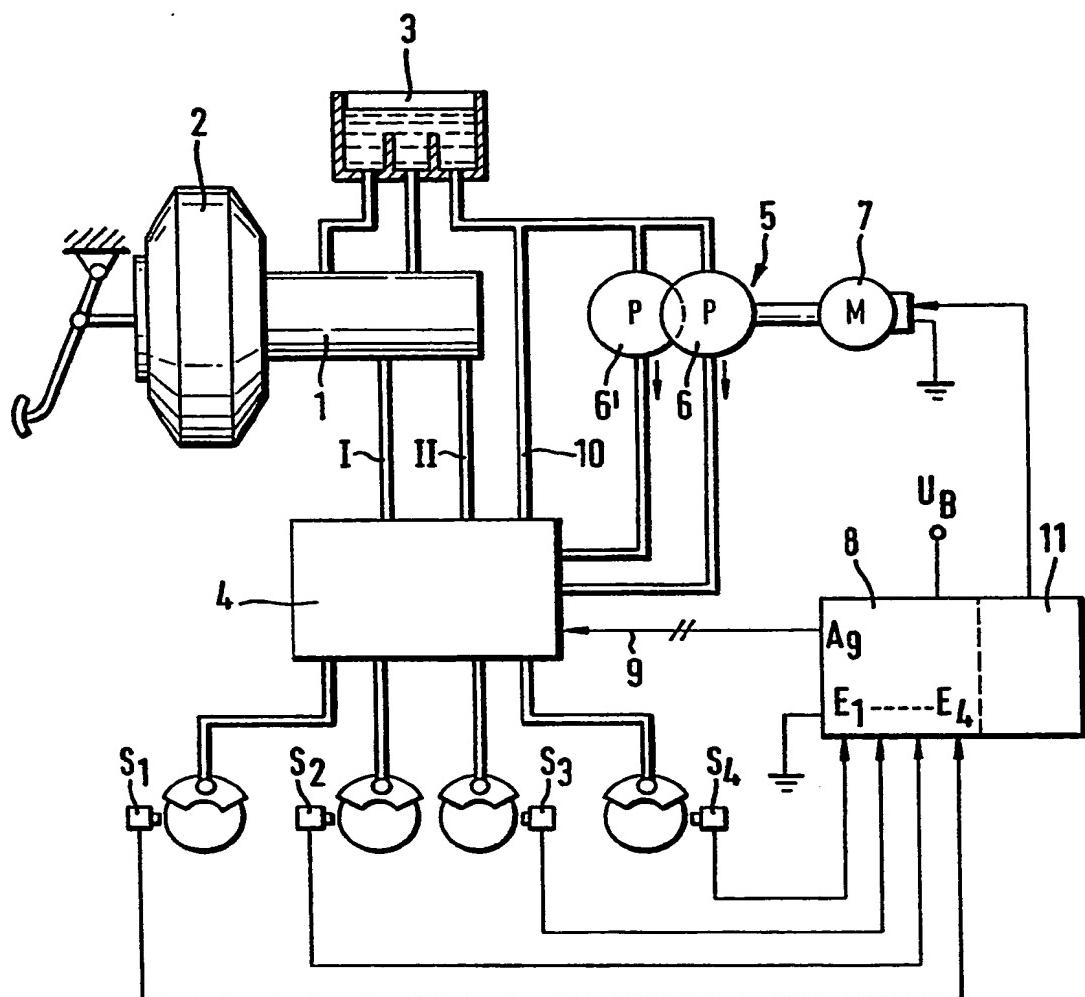
#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Förderleistung einer elektromotorisch angetriebenen Hydraulikpumpe, die durch eine Pulsfolge mit variablen Puls- und/oder Pulspausen-Zeiten angesteuert wird, insbesondere einer Hydraulikpumpe zur Hilfsdruckversorgung einer Bremsanlage mit Blockierschutzregelung (ABS) und Antriebsschlupfregelung durch Bremseingriff (BASR), dadurch gekennzeichnet, daß die während der Pulspausenzeiten von dem Pumpenmotor (7, 18) erzeugte Generatorenspannung ( $U_{GEN}$ ) als Maß für die Pumpendrehzahl ausgewertet wird und daß in einem Regelkreis der Pumpendrehzahl-Sollwert ( $U_{SOLL}$ ) ermittelt und durch Vergleich des Sollwertes mit dem Istwert ( $U_{IST}$ ) der Pumpendrehzahl die neue Stellgröße ( $U_A$ ) für die Pumpenansteuerung gebildet wird.

2. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß diese einen Folgeregelkreis umfaßt, in dem der Pumpendrehzahl-Istwert ( $U_{IST}$ ) mit dem -Sollwert ( $U_{SOLL}$ ) verglichen, der Differenzwert ( $UDIFF$ ) über ein Regler (16) einem Stellglied (17) zugeführt wird, das die Pulsfolge ( $U_A$ ) zur Pumpenansteuerung erzeugt, und in dem durch Messen sowie Auswerten der Pumpendrehzahl während der Pulspausenzeiten der Pumpendrehzahl-Istwert ( $U_{IST}$ ) gebildet und zum Vergleich mit dem Sollwert ( $U_{SOLL}$ ) zurückgeführt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1



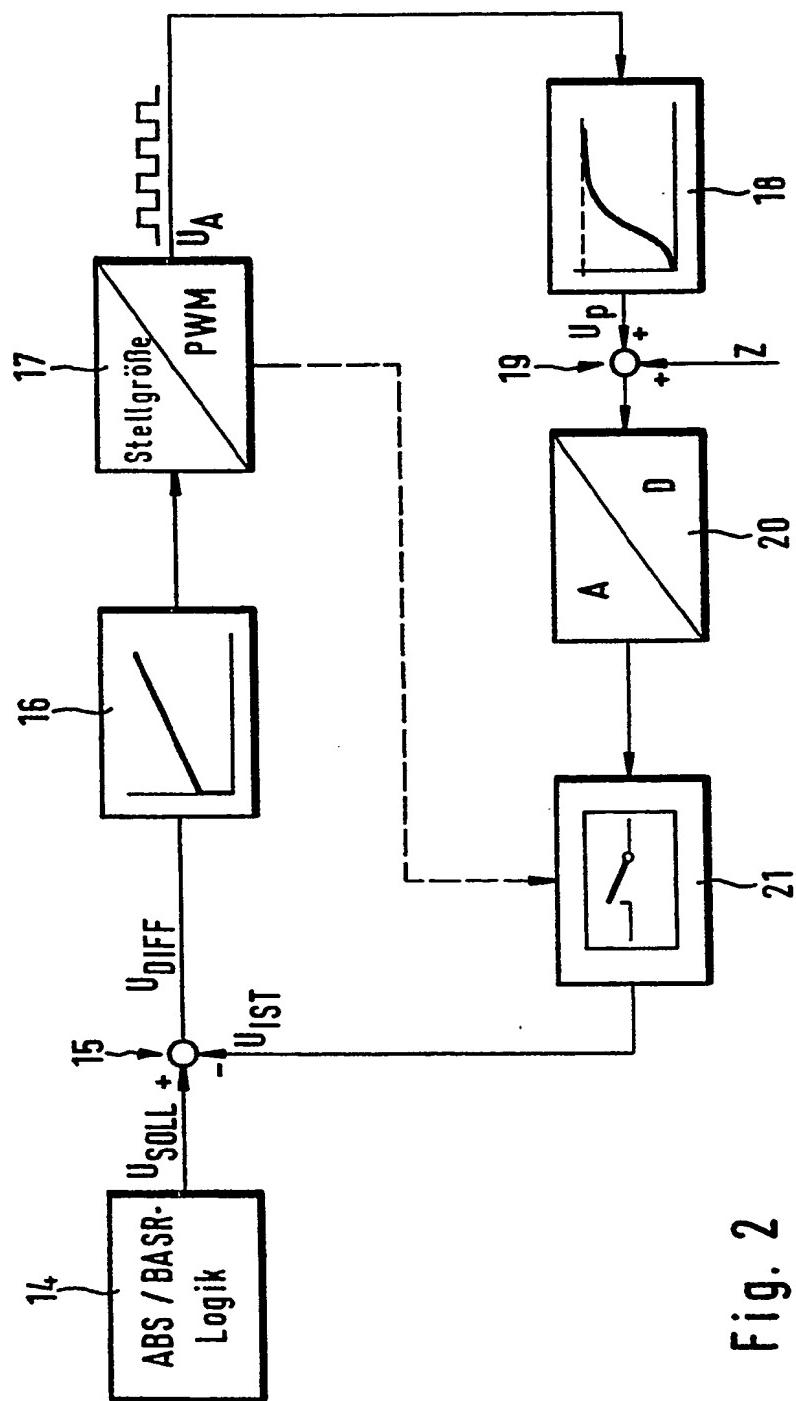


Fig. 2

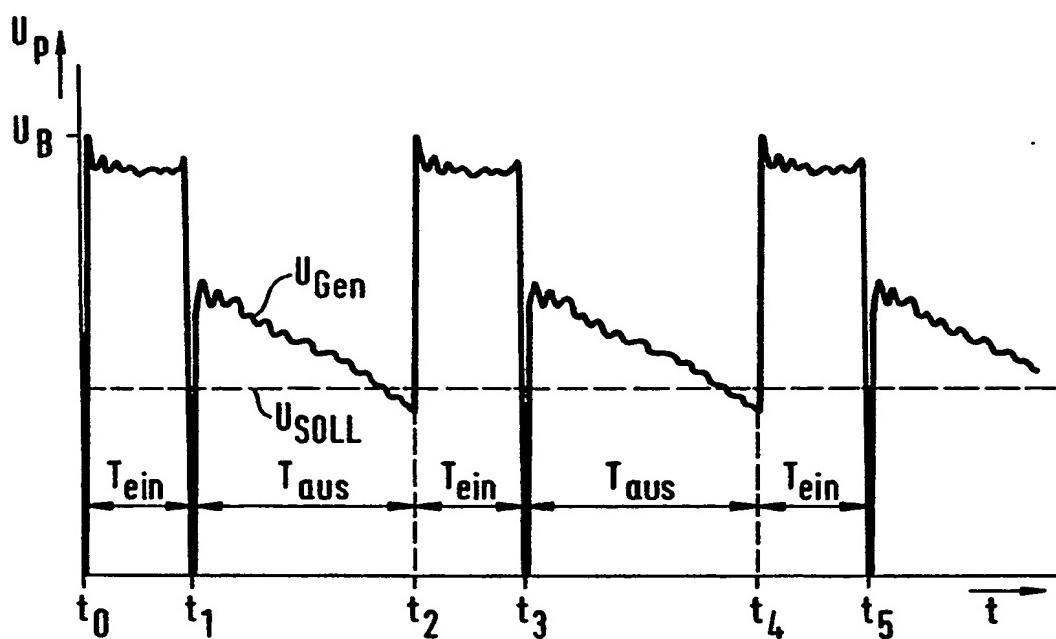
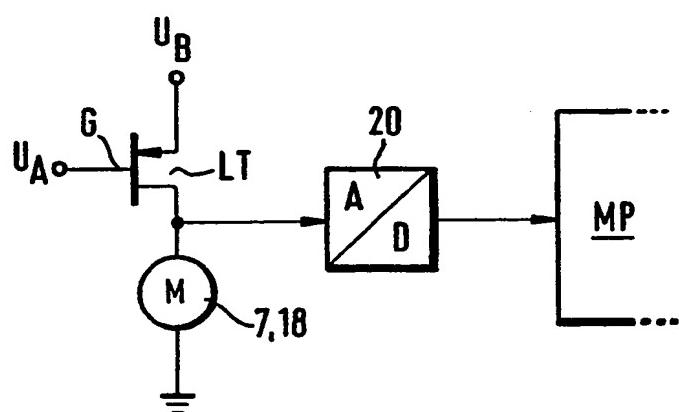


Fig. 3